

壮丽70年·奋斗新时代

蹲点笔记

看点

科研人员致力研究防震减灾科技

## 给地球做“CT”

本报记者 郭静原

都说地震研究的基础在于观测,那么积累了一定数量的观测数据后,地震可以被预报吗?

1975年2月4日发生的辽宁海城地震,是世界上公认的第一个被成功预报的大地震。“虽然地震学家对这次地震进行了成功的预报,但这是经验性的,实际上并没有真正掌握地震发生的内在规律,地震预测、预报还没有过关。”中国科学院院士、我国著名地球物理学家陈运泰说。

考验接踵而至。1976年7月28日,距离海城约500公里的河北唐山,仅数十秒内,这座有着百万人口的城市就被大地震夷为平地——7.8级的唐山地震成为新中国成立以来最为惨重的地震灾害。“地震学家运用海城地震成功预报的经验于唐山地震,但事与愿违,使我们认识到经验性方法的局限性。”陈运泰说:“唐山地震预报的失败让我们清醒认识到,地震远不像我们想象的那么简单,它看不见也摸不着,研究大气可以放气球或是发射卫星,研究海洋可以利用潜水器,但固态地球的深部,人类根本无法进入。”

为了探明地球内部,地震学家决定给地球做“CT”。“地震波在地下世界穿行时会和周围介质‘互动’。我们通过监测地震波的一举一动,对收集来的地震数据进行计算和分析,从而反演得知地球内部和震源的性质。”陈运泰告诉经济日报记者,探究地震的孕育过程,就是分析研究从各种不同传播路径下到达地震台的地震记录,以期认识地震发生的原因及其规律,“预测”地震灾害的强弱分布,为分秒必争的地震救援服务。

地震研究从来都不是一个人或一个台站的“战斗”。目前,全国已布局1000多座固定台站,这些都是地震学家观测“地象”的据点,构成一张覆盖全国的监测网络,即国家地震台网。而对重点地区更是划定“地震实验场”,调集和部署流动台阵进行重点监听。

中国地震科学探测台阵就是其中的“流动兵团”,拥有约1500套地震仪,相当于同等数量的流动地震台,可以根

据需要开展“运动战”。中国地震局地球物理所研究员杨建思介绍,固定地震台站的台间距约为几百千米,而流动地震台阵的台间距根据需要可布设为几千米到几十千米不等,对于研究天然地震而言,这种针对重点地区的加密观测能大幅提高对地下介质物性、结构和过程的认识。

随着数字技术在地震观测中的大量应用,人类正迎来破解地震密码的曙光。2008年5月12日,汶川8.0级地震发生后,由陈运泰领导的研究组随即下载全球地震台网记录资料,进行汶川地震破裂过程反演。在地震发生后10多小时,他们就提交了测定结果,明确给出不但汶川、映秀为重灾区,北川、青川一线也为重灾区的结果。这一重要信息,被火速发送至前线指挥部,为部署救援力量提供了宝贵的决策依据,“极震区”的概念也从这次地震后广为人知。

“一次反演需要的数据量太大了,过去我们拿到地震数据进行分析,通常一年半载才能得出测定结果,虽然这在学术上可能有意义,但对地震救援工作而言失去了实用价值。目前地震信息通过卫星传到数据中心,再到我们下载资料所用时间仍然有压缩的空间。”在陈运泰看来,随着5G时代的到来,一定可以再度创造时间奇迹。

在汶川地震10周年之际,我国宣布建设中国地震科学实验场。这块占地78万亩、横跨川甘交界到云南南部的实验场区域,将致力于破解从地震孕育发生到地面振动以及工程抗震应用的全链条防震减灾科技问题,也是国际上现今唯一针对大型强震进行系统研究的地震科学实验场。未来3年,中国地震科学实验场还将建成多口数百米至1000米的地震井下观测台阵,获取更丰富的地下结构和介质观测数据。

应急管理部副部长、中国地震局局长郑国光表示,实验场将凝聚国内外、多学科的地震科研力量,为实现从科学统筹不够的“游击战”向围绕显著提升地震灾害防治能力、聚焦关键科学问题开展持续攻关的“阵地战”转变。



汶川地震台刚建成时。(资料图片)



汶川地震台新貌。本报记者 郭静原摄

随着数字技术大量应用,地震预测监测范围和精度大幅提升

## 探寻地震孕育奥秘

经济日报·中国经济网记者 郭静原

创事记

北京国家地球观测台作为我国自行建设和管理的第一座现代意义上的地震观测台站,是集地球物理场野外观测、观测技术研发与质量检测、国际科技合作基地、科普与培训园地为一体的综合性科学观测研究站,其发展历程和取得的显著科学成就是我国防震减灾事业发展的一个缩影。

6月17日22时55分,四川宜宾市长宁县发生6.0级地震。应急管理队伍第一时间集结驰援灾区;有关地震的权威判定和辟谣信息及时而广泛推送;“愿四川灾区同胞平平安安”的网络热话题寄托了全国人民的牵挂和祝福——一系列完备及时的地震应急举措让人们“心安”。

眼望江山如画,万木葱茏的地球,辽阔的土地上绵延着生生不息的生命赞歌。然而,地震灾难就像自然界里的一头猛兽,每当它咆哮时,都会造成人民生命财产的巨大损失。

1955年,北京国家地球观测台在京郊温泉镇上的白家疃村拔地而起。它的建立翻开了我国地震探测科技发展史的新篇章,见证了我国防震减灾救灾事业在风雨砥砺中奏响的时代凯歌。

## 抗战烽火中的坚守

北京西山,林海莽莽的鹫峰森林公园内,掩映着一幢银灰色小楼,正门一侧挂有“地质调查所鹫峰地震研究室”的牌子。小楼前还伫立着一座庄严肃穆、惟妙惟肖的半身铜像,引人注目。这是谁的铜像?铜像与这座简洁、朴素的小楼之间存在怎样的关联?一切还要从上世纪20年代的中国说起。

我国是一个地震频发的国家,但由于当时正处于内忧外患的困境之中,地震观测与研究水平十分落后。1920年,宁夏海原发生8.5级大地震,地震灾区的惨烈景象,对赶赴现场开展灾情调查的地质调查所所长翁文灏触动极大——他萌发了要建立地震台的想法,随后得到热情于科学事业的北平大律师林行规的鼎力支持,主动提出把自己鹫峰别墅的空地和几个房间无偿捐赠,用作建造地震台之用。

海原地震10年后,青年学生李善邦在恩师、我国物理学一代宗师叶企孙先生的举荐下,应翁文灏的邀请,在鹫峰创建了中国人自行建设和管理的第一座地震台。为了更快掌握地震监测知识和技能,李善邦先后到日本、德国学习前沿的地震监测技术。1930年9月20日,我国首个地震监测记录在鹫峰地震台诞生,这标志着中国地震事业正式扬帆启航。

在那个兵荒马乱的时代,地处半山腰的鹫峰地震台基础设施落后,根本不见通电。火苗如豆般的煤油灯下,只听见山风呼啸。李善邦就在这样艰苦的条件下坚持观测了7个寒暑。

7年中,鹫峰地震台共记录到



北京国家地球观测台办公区域。

(资料图片)

2472次地震,并与国外50多个地震研究机构开展资料交换和学术交流。不论从仪器设备、管理水平、记录质量还是数据分析,鹫峰地震台都达到了当时世界一流水平。

1937年,抗日战争全面爆发,鹫峰地震台的监测工作被迫停止。李善邦辗转来到重庆,克服重重困难,于1943年研制成功我国第一台现代地震仪——宽式地震仪,并在战火硝烟中坚持地震观测和研究。新中国成立后,宽式地震仪升级为“五一式”地震仪,装备在我国黄河流域布设的20多个地震台,成为我国地震台网的雏形。

1955年,为迎接两年后的国际地球物理年,地震台在北京西郊白家疃得以重建,后演化为今天中国地震局地球物理研究所下属的北京国家地球观测台。在积极参与国际地球物理年科学活动之际,观测台又在开展地震监测的同时增加地磁观测。

2002年9月28日,在纪念“李善邦先生100周年诞辰”之际,其铜像被中国地震学界矗立在鹫峰地震台那幢银灰色小楼前。

## 朝数字化时代迈进

古人通过“夜观天象”探得先兆。可上天容易入地难。“我们必须借助专业仪器,才能探测来自地球深部的信号。配备了各种地球物理仪器的地震台站正是获取地球内部讯息的前沿哨所,为地震研究提供一手的观测资料。”北京国家地球观测台副研究员王红强自豪地说,观测台属于综合性观测台站,16套观测仪器日夜不停地监测地动动向。

残酷的地震从不等待人类的点滴进步。1966年3月,河北邢台先后发生6.8级和7.2级两次强烈地震,党中央和国务院十分关心震情与灾区人民生命财产安全,地震台建设由此起步。

1971年,在刚成立的国家地震局领导下,分两批建设了北京、余山、昆明等24个国家基准台,形成当时的国家地震台网。“一旦发生地震,台站人员快速处理,将有关数据上报国家地震局分析预报中心值班室,震情值班室承担着

当时大陆5级以上与国外7级以上地震速报,震情信息直接报送国家地震局。”地球物理所研究员刘瑞丰说。

上世纪90年代,刚分配到北京国家地球观测台工作的朱占斌经历过旧时模拟记录地震图洗相、更换记录图纸、用磁带或胶片保存数据的阶段。他曾24小时值守在台站监测地震,警报一旦响起,必须即刻处理。“现在,大大小小的地震都可以通过电脑、手机直接速报,科技的发展已然改变生活。”

改变,得益于国际合作数字化地震台网的建设。地球物理所研究员周公威说,我国数字化地震观测技术开发始于20世纪70年代后期,计算机的广泛应用极大提高了地震观测质量,使大家以前所未有的效率获取与分析处理海量信息,增进对地球内部结构的认识。

为建立可用于多种科学研究目的的全国性高质量数字地震数据库,1982年,国家地震局做出建设中国数字地震台网的决定,北京国家地球观测台成为第一批进行数字化建设的台站。此后,乘着数字化改革的春风,观测台从众多台站中脱颖而出,成为行业领头羊:我国第一座数字化地震台(1986年)和数字化地磁台(1997年)、保存有长期连续的地球物理观测数据、制定了我国面波震级标准、建立了我国地磁测量实用标准。

中国地震局地球物理所研究员郑重介绍,数字化地震台网建设与传统机械感应式和模拟记录仪器相比,能大幅提升地震震级监测范围和精度。

“九五”期间,我国开始规模推动地震数字化观测。2000年前后,我国建成了由47个国家数字测震台和33个有人值守台组成的国家数字地震台网。中国数字地震台网与前三台网运行及连续率和技术能力总体达到国际同类台网先进水平,标志着我国地震台网数字化时代的到来。

## 预警能力显著提升

中国地震局地球物理所研究员潘华介绍,地震安全服务可以说是伴随着共和国一起成长,经历了70年的光辉历程,“经过一代又一代人的努力,越来

越多的人意识到,合理的抗震设防标准、有效的抗震设计和施工是防御和减轻地震灾害损失的有效途径”。

1957年,以李善邦为首的编图组与苏联专家合作完成了新中国第一代地震区划图的编制工作,填补了当时我国对国土地震危险性评价的空白。“1978年起,各版建筑抗震设计规范,以及各行业的抗震设计规范均以现行地震区划图衔接,从而在法规层面上使国土地震安全有了保障。”潘华说。

直到2015年,由中国地震局地球物理所高孟潭研究员主编的我国第五代地震区划图,彻底取消不设防地区。以此为据,中小学校舍安全工程和农村民居地震安全工程在全国铺开,抗大震救灾能力明显提升。

党的十八大以来,我国地震台网建设也更趋科学规范。2017年,《中共中央国务院关于推进防灾减灾救灾体制机制改革的意见》要求在全国构建地震烈度速报与预警观测网络。目前,正在实施的国家地震烈度速报与预警工程将在全国建设超过1.5万个台站。

“发生地震后,公众感受到房屋摇晃,掏出手机来看看微博便知道发生了多大地震,这是现在地震速报的状态。而我们现在做的地震预警又是什么样?是大家还没感到摇晃的时候,手机提示已经到达。”中国地震台网中心地震台网部主任黄志斌解释称,地震预警系统正是利用电磁波和地震波的时间差,让信息流“跑赢”地震波,提前几秒到几十秒向震中周边民众及时发出提醒,抢出宝贵时间完成紧急避险。

重大工程项目令人期待。国家地震烈度速报与预警工程计划于2022年完成建设,将在华北地区、南北地震带等6个重点地区实现地震预警能力,并率先向中小学校等3000多个示范用户发布预警信息。

近年来,我国地震灾害防御能力有了质的飞跃,高孟潭对此深有感触,“地震科技的发展已为数以万计重大建设工程提供了抗震设计必须的地震输入参数,为数以百计的城镇防震减灾工作提供更加精细的地震动参数、活动断裂分布和地震地质灾害预测成果,防震减灾能力提升效果显著”。

## 一群与时间赛跑的人

□ 郭静原

感言

新中国成立初期,刚参加工作的周锦屏被分配到中国科学院地球物理研究所地磁组,从事着不是对口专业的工作,“我学的是测绘,但工作就得踏踏实实”。可没想到,一干就是一辈子。上世纪50年代初的拉萨还是一个十分神秘的“禁区”,年轻的周锦屏被派到拉萨第

建世界上第一座高原地球物理观测台,最终于1957年如期建成。此后,他又参与筹建了乌鲁木齐并指导建设了天津静海等多个地球物理观测台,为国家地震观测事业的发展写下生动注脚。

“每当地震发生后,团队会迅速整装出发,越早赶到现场布设流动地震台,越能获取一手观测资料。地震救援队往往朝着人多的地方去,而我们哪里安静就去哪里,人员嘈杂会干扰地震观测效果。”作为地震监测领域

“流动兵团”成员之一的姜旭东,最熟悉的工作状态和环境常常是无人烟的山沟,是24小时随时待命的地震紧急处置,是下雪天高速公路封路后还得逆向前行的勇气和坚定……

在北京国家地球观测台,地磁绝对观测室既没有暖气也没有空调。因为,地磁观测必须在远离金属的弱磁或无磁环境下进行。每年还没入冬,观测人员早已裹上厚厚的军大衣,或是卸下拉链的羽绒服,全副“武装”

抵御冰天雪地的透心凉……

地震科学是以观测为基础的科学。地震孕育、发生和致灾的过程十分复杂,既需要室内研究,更需要野外观测和验证,而那些常年循迹无人之境的一线地震观测人员,很容易被大家所忽略。但在抗震救灾的危难面前,在捕捉地震信号和时间赛跑的成败面前,一代代地震科技工作者们始终坚守最大限度减轻地震灾害风险、保障人民群众生命财产安全的初心和使命。

执行主编 刘佳  
编辑 郎冰  
联系邮箱 jrbczk@163.com